

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-213392

⑪ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)9月19日

H 04 N 7/13
7/01

Z-7060-5C
B-8523-5C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全13頁)

⑭ 発明の名称 フィールド補間方法

⑮ 特 願 昭61-233403

⑯ 出 願 昭61(1986)10月2日

優先権主張 ⑰ 1986年3月8日 ⑱ 欧州特許機構(E P) ⑲ 86103153.2

⑳ 発 明 者 マティアス・ビールリ ドイツ連邦共和国ハノーヴァー1・アイヒストラーセ 42
ンク

㉑ 出 願 人 アー・エヌ・テー・ナ ドイツ連邦共和国バックナック・ゲルベルシュトラッセ33
ツハリヒテンテヒニー
ク・ゲゼルシャフト・
ミット・ベシユレンク
テル・ハフツング

㉒ 代 理 人 弁理士 矢野 敏雄 外1名
最終頁に続く

明 細 書

1 発明の名称

フィールド補間方法

2 特許請求の範囲

1. 下記の段階から成る、ディジタルテレビジョンシーケンスの2個の送信フィールド間毎に1個以上のフィールドをそう入するための動きの補償用フィールド補間方法。

補間されるべきフィールドの各画素についての反復プロセスにより整數成分を有する変位ベクトルを発生する段階、

変化検出器により変化しない領域にゼロ変位ベクトルを割当てする段階、

階層構造変位予測を大きな変位に対処するために加え、反復の第1の段階において予測されたベクトルによる動きの補償後に残置変化を次の段階で更に正確に予測する段階、

対称化された動きの補償の反復を実行し、補間フィルタが2個の伝送フィールド毎の変位ベクトルと画素により補間されるべきフ

ィールドの各画素を補間するように、補間されるべきフィールドの瞬時位について限定される変位ベクトルを得る段階。

2. 階層構造変位予測の第1段階において、画像信号が低域濾波され、そして次の反復プロセスの段階での初期値として作用する大きい側定ウィンドウが大きな変位の予測のために加えられており、階層構造変位予測の最優の段階において濾波されない画像信号と小さい側定ウィンドウが局部的に適用可能な変位ベクトル成分の予測のために加えられる特許請求の範囲第1項記載の方法。

3. すべての画素を変化しない領域または変化する領域に割当てて絶対フレーム差に加えられるしきい値操作により処理される変化検出情報を、2通変化検出マスクの変化する領域と変化しない領域の間の境界が動作中の目標物の境界に適用されるように側定ウィンドウを用いる中間フィルタにより後処理される特許請求の範囲第1項または第2項記載の方法。

4. デジタルテレビジョンシーケンスの2個の伝送フィールド間毎に省略される1個以上のテレビジョン画像の受信側における再構成のための、特許請求の範囲第1, 2または3項記載の方法の利用。
 5. それぞれ2個の連続する画像からなる画像群間での1個以上の付加的フィールドの発生のための、特許請求の範囲第1, 2または3項記載の方法の利用。
 6. デジタルテレビジョンシーケンスの動き補償雑音低減のための、特許請求の範囲第1, 2または3項記載の方法の利用。
- 3 発明の詳細を説明

産業上の利用分野

本発明はデジタルテレビジョンシーケンスの省略されたフィールドの再構成に適した動き補償フィールド補間方法およびその方法の利用に関する。

従来技術

デジタルテレビジョンシーケンスにおいて

術シンポジウム、カンヌ、1985年12月、(以下文献[1]という)参照のこと)。そして、受信側において3個のフィールドを2個の送信フィールド間毎に補間しなければならない。

この場合の問題はテレビジョンシーケンスの2個の連続するフィールド間で与えられた瞬時位置で1個のフィールドを発生するということである。移動中の目標物によつてしばしば瞬時ルミナンスの変化が生じるから、最も近くにあるフィールドをそう入するという単純なフィールド反復技術ではヤクシヤク動く目標物が得られる(ハスケル他、「ビデオ電話用低ビット速度インターフレームコーダー」ベルシステムテクニカルジャーナル、Vol.54, No.8, PP 1475-1495, 1975年10月(以下文献[2]という)参照)。もう一つの簡単な方法は瞬時フィルタリングによる線形補間である(クリー、「低送信ビット速度のためのテレビジョン信号のデジタル化」ハノーバー工科大学博士論文、1978年(以下文献[3]という)参

照)。この場合、補間されるべき画像のそれぞれについて同じ空間位置にある対応する画像の重み平均が計算される。この補間技術は、例えば背景成分の輝度変化のみによるルミナンス変化には適用できるが、動きの量によつては動きの領域ににじみが生じる。

その後、モーション補償補間(MCI)技術が開発されている(ムスマン他「画像コード化の進歩」プロシーディングス・オフ・ザIEEE, vol. 73, PP 523-548, 1985年4月(以下文献[4]という)参照)。MCI技術は動きの自然さを保存するために目標物の動きを考慮している。その主たる問題点は動きのパラメータについて充分正確な予測を与えることが困難であるということである。アルゴリズムが複雑になりすぎるのを抑えるために殆んどMCI技術は画像面において目標物が純並進変位するという仮定に立脚している(文献[1]および、ジェイン他「変位測定およびそのインターフレーム画像コード化への応用」IEEEトランザク

ジョン・オン・コミュニケーション、vol. COM-29, №12, PP1799-1808, 1981年12月(以下文献[5])、フルカワ他「ビデオ会議画像のための動きに対する補間」プロシーディングス・オブ・ザ・インターナショナル・コンファレンス・オン・コミュニケーション、1984年, PP707-710、アムステルダム、1984(以下文献[6])およびベルクマン他「動きに対するフレーム補間」プロシーディングス・オブ・ザ・1984インターナショナルチューリッヒ・セミナー・オン・デジタル・コミュニケーション・D2.1-D2.5、チューリッヒ1984(以下文献[7]参照)。文献[1]と[5]では画像が一定数の矩形のブロックに剛分割される。1つの変位ベクトルが動く領域に属するそれぞれのブロックについて決定されており、一方文献[6]では、1個の代表的変位ベクトルがそれぞれの動く領域について決定される。文献[7]に示されるアルゴリズムは、再構成されるテレビジョンシーケ

ドが脱格しても、典型的なビデオ会議シーケンスでさえ生じる大きな変位に対処する。文献[7]のアルゴリズムとは異なり、この技術は送信されるフィールドではなく、補間されるべきフィールドの瞬時位置について有効な特別に限定された変位ベクトルフィールドを与えるものである。この変位予測技術はピアリング、「改良された安定性を有する差変位予測アルゴリズム」セコンド・インターナショナル・テクニカル・シンポジウム・オン・オプティカル・アンド・エレクトロ・オプティカルアプライド・サイエンス・アンド・エンジニアリング、カンヌ、1985年12月(以下文献[8]という)に示される差変位予測アルゴリズムにもとづいている。

実施例

1. 補間器の一般構成

まず、動き補償フィールド補間器の構成は変位予測器、変化検出器および動き補償補間フィルタの3個のブロックからなる。これらブロックはそれぞれの項で詳述する。そしてコンピュ

ンスでの動きの改善された演出を得るべく動く画像の部分的のそれぞれの画素について1個の変位ベクトルを推定するものである。

発明が解決しようとする問題点

これら従来の方法においては大きな変位については対処できない。本発明の目的はそのような大きな変位に対処できる方法を提供するものであり、他の目的は伝送されたフィールドではなく補間されるべきフィールドの瞬間位置について有効な特別に限定された変位ベクトルを与えることである。

本発明の課題は例えばビデオ会議コーデックにおける省略されたフィールドの再構成に適用出来る動き補償フィールド補間器の完全なアルゴリズムを提供することである。

発明の構成

上記課題は特許請求の範囲第1項記載の構成により解決される。

変化検出器と組合せた、階層構造変位予測技術では、送信側でいくつかの連続するフィール

ドサンプレーションによる180個以上のフィールドについての補間にもとづく実験結果も別の項で説明する。

2. 動き補償補間器の構成

動き補償フィールド補間器は第1図に示すように変位予測器、変化検出器および動き補償補間フィルタから成る。入力データはラインインターレースのない、フィールド内のルミナンスおよびクロミナンス成分を含むデジタルテレビジョンシーケンスである。フィールドシーケンスがラインインターレースを有する場合には、第2フィールド毎に垂直フィルタリングを適用して非インターレースフォーマットを得ることができる。

補間アルゴリズムは画像面内で並進変位した目標物に限られる画像モデルにもとづいている。変位予測器は2個のフィールド間の与えられた瞬間位置で補間されるべきフィールドのそれぞれの画素についての変位ベクトルを計算する。変化検出器は画像内容の変化した領域と変化し

ない領域を区別する。この情報は変化しない領域内の画素にゼロ変位を割当てるために使用される。このようにこれら領域内で誤つて非ゼロと予測されるベクトルが除かれる。ルミナンスデータのみが変位予測と変化検出に用いられる。

それぞれの変位ベクトルは、2個のフィールドの2個の画素を結合しそして補間されるべき画素の空間位置を交差させるように決定される。

動き補償補間フィルタでは変位ベクトルにより結合される画素の重みづけ和が補間されるべきフィールドのそれぞれの画素について計算される。ルミナンスデータのみにより計算される変位ベクトルはルミナンス信号の補間およびクロミナンス信号の補間の両方に使用される。

3. 変位予測器

3.1 基本予測アルゴリズム

予測アルゴリズムは第2図に示すようにフィールド $k-1$ からフィールド k へとルミナンス変化のない目標物の画像面内での並進変位を仮定してつくられている。このとき、動く領域に

$$\begin{aligned}\hat{dx} &= \{ E[\bar{O}_x \cdot \bar{O}_y] \cdot E[FD \cdot \bar{O}_y] \\ &\quad - E[FD \cdot \bar{O}_x] \cdot E[\bar{O}_x^2] \} / DEN \\ \hat{dy} &= \{ E[\bar{O}_x \cdot \bar{O}_y] \cdot E[FD \cdot \bar{O}_x] \\ &\quad - E[FD \cdot \bar{O}_y] \cdot E[\bar{O}_y^2] \} / DEN\end{aligned}\quad (4a)$$

但し分母DENは次の通りである。

$$DEN = E[\bar{O}_x^2] \cdot E[\bar{O}_y^2] - E^2[\bar{O}_x \cdot \bar{O}_y]$$

ここでは座標 x, y は便宜上省いてある。

成分

$$\begin{aligned}\bar{O}_x(x, y) &= \{ \partial S_k(x, y) / \partial x + \partial S_{k-1}(x, y) / \partial x \} / 2 \\ \bar{O}_y(x, y) &= \{ \partial S_k(x, y) / \partial y + \partial S_{k-1}(x, y) / \partial y \} / 2\end{aligned}\quad (4b)$$

はそれぞれ座標 x と y に対する2個の連続するフィールドのルミナンス信号の1次導関数の平均である。式(4)で与えられるアルゴリズムはルミナンス信号 $S_k(x, y)$ と $S_{k-1}(x, y)$ についての画像モデルとして2次導2次元多項式を用いてとり出されている。この画像モデルのために予測の精度は文献[8]に述べられているように他のアルゴリズム(文献[7]およびカフオリオ他、「テレビジョン画像の小さい変位の測定方

法」IEEEトランザクション・インフォーマー

$$S_{k-1}(x, y) = S_k(x+dx, y+dy) \quad (1)$$

が成り立つ。但し、 $S_{k-1}(x, y)$ は空間位置 x, y でのフィールド $k-1$ におけるルミナンス、 $S_k(x+dx, y+dy)$ はフィールド k における成分 dx, dy をもつベクトル D だけ変位した対応するルミナンスを表わす。このように動く目標物によりフレーム差信号 FD が生じる。但し

$$FD(x, y) = S_k(x, y) - S_{k-1}(x, y) \quad (2)$$

成分 \hat{dx}, \hat{dy} をもつ予測変位ベクトル \hat{D} でこの変位を補償すれば、変位フレーム差 DFD と呼ばれる残りのフレーム差は次のようになる。

$$DFD(x, y, \hat{D}) = S_k(x+\hat{dx}, y+\hat{dy}) - S_{k-1}(x, y) \quad (3)$$

上記仮定により予測 \hat{D} が真の変位ベクトル D に近ければ DFD がゼロに近づく。前記文献[8]では局部自乗平均変位フレーム差を減少とするような予測アルゴリズムを導出している。予測された変位ベクトル成分は次のように決定される。

法」IEEEトランザクション・インフォーマーシオン・セオリ、vol. I P-22, No. 5, PP 573-579, 1976年9月(以下文献[9]という))と比較して改良されている。勿論デジタルビデオ処理では式(4)での期待値はある寸法の測定ウィンドウにわたり加算することにより近似されなければならない。一般にこれら測定ウィンドウは矩形であつて式(4)から得られる予測はこのウィンドウの中心に割当てられる。また空間精度はルミナンス信号のサンプリングにより近似されなければならない。カフオリオ他、「画像動作予測のための微分方法」、フランク・ダイナミック・シーン・アナリシス、PP 104-124、シユプリングーフェルラフ、ベルリン1983年(以下文献[10]という)による提案を適用すると、これら空間導関数はそれぞれ x および y 方向における2個の隣接した画素間の差の半分で近似される。

式(4)で得られるすべてのベクトル成分は最

も近い整数値に切上または切下げられる。従つて非整数ベクトル成分はない。変位予測にも動き補償フィールド補間にもフィールド $k-1$ またはフィールド k の格子エレメント間の画素の空間補間を行う必要はない。画像面内での任意の並進運動を含む信号はシロー他、「インタレースおよび非インタレース格子からの動き補償フィールド補間」セコンドインターナショナル・テクニク・シンポジウム、オン・オペティカル・アンド・エレクトロ・オペティカル・アプライド・サイエンス・アンド・エンジニアリング・カンヌ、1985年12月(以下文献[11]という)に示されるように整数変位ベクトル成分を用いて完全に補間できる。

3.2 動き補償反復

微分予測アルゴリズムを評価することにより得られる変位予測は、現在の動きが純並進運動に制限されていても真の変位からかなり離れたものとなることがしばしばある。これは、実際の画像信号がこのアルゴリズムの基本である数

(3)で与えられる変位フレーム差DFDに変わる。更に、フィールド k に属するすべての項が $B_k(x, y)$ の空間導関数を含む変位位置からとり出されなければならない。この第2段階で計算される変位ベクトルは第1段階の反復で得られたベクトルに加算される。この操作が充分に正確な予測となるまでくり返される。

第3A図に示すフィールド $k-1$ のすべての画素に適用されるこの反復技術はフィールド $k-1$ について固有の変位ベクトルフィールドを得る。しかしながら、これはフィールド k のすべての画素に変位ベクトルを割当ててものではない。フィールド k に固有のベクトルフィールドを得るために、フィールド k に置かれた測定ウィンドウは固定され、フィールド $k-1$ のそれは第3B図に示すように動き補償反復において変位される。

3.3 対称化動き補償の反復

テレビジョンシーケンスの2個の連続するフィールド間の任意の暫定位置におけるフィール

学的な画像モデルから大きく異なっているために生じる。その場合には、変位予測は後述するように予測アルゴリズムの動き補償の反復により改善することができる。フィールド $k-1$ 内の任意の位置 x_0, y_0 からの目標物のフィールド k 内の未知の位置 x_0+dx, y_0+dy への変位を示すベクトルについての予測を得るために、測定ウィンドウは両フィールドについて中心が x_0, y_0 で与えられるライン内に配置される。式(4a)に必要な5個の期待値がそのように配置されたウィンドウにわたる加算により近似される。成分 \hat{dx}, \hat{dy} の計算後に、予測はこのアルゴリズムの動き補償の反復により改善できる。そのためにフレーム差がこれまで予測されたベクトルにより、すなわち反復第1段階で得られたベクトルにより補償される。これはフィールド k の測定ウィンドウを位置 $x_0+\hat{dx}, y_0+\hat{dy}$ に移しそして再び5個の期待値を計算することにより行われる。式(4a)のフレーム差FDは次に前に計算された成分 \hat{dx}, \hat{dy} の関数として式

ドの動き補償補間について、補間されるべきフィールドについての特別に限定された変位ベクトルフィールドが必要である。3.2項に述べた反復技術を用い、フィールド $k-1$ またはフィールド k について限定されたベクトルフィールドが得られる。このように補間されるべきフィールドのすべての画素へ変位ベクトルの割当てを行わない。この問題を解決するために、ペーヤー、「最少評価誤差変数を有するテレビジョン画像信号用の変位一評価方法」学位論文、ドイツ、ハノーバー大学、1985年(以下文献[12]という)に示される対称化反復技術を用いる。文献[12]の技術は第3C図のフィールド $k-1$ とフィールド k の間の中心にある暫定位置にあるフィールドについて説明している。動き補償反復の第2段階において、両方の測定ウィンドウが互いに変位して配置される。この例において、フィールド k のウィンドウは、位置 $x_0+\hat{dx}/2, y_0+\hat{dy}/2$ に移され、フィールド $k-1$ のそれは $x_0-\hat{dx}/2, y_0-\hat{dy}/2$ に移される。この

ように変位ベクトルが得られそれはフィールド $k-1$ からフィールド k へ移される目標物を接続しそしてベクトルが予測されるべき空間位置 x_0, y_0 と交わる。この方法は2個の連続するフィールド間の他の暫定位置にあるフィールドにも適用できる。この対称化反復技術は与えられた暫定位置で補間されるべきフィールドのすべての画素について固有に限定される変位ベクトルフィールドが得られる。

フィールドの格子素間の画素の空間は補間を避けるために両側定ウィンドウは反復の各段階において整数個の画素だけ移されねばならない。かくして、第5c図の例においては側定ウィンドウを互に対称的に移すことによる動き補償の反復は常に変位ベクトル成分すなわち2画素の倍数のベクトル成分を得る。フィールド k と $k-1$ との間の中心でない暫定位置においては変位ベクトル成分用のとりうる値群は更に制限を受ける。例えば、フィールド $k-1$ に対して4分の1フィールドの距離のところの暫定位置

画像シーケンスの前のフィールドについて決定された変位ベクトルフィールドを用いることにより行われる。パキン他、「時間に依存して変化する画素内の変位ベクトルフィールドの予測のための空間-時間的傾度方法」コンピュータ・ビジョン・グラフィックス・アンド・イメージング21, P P 205-221, 1983 (以下文献[14]という)に開示されるアルゴリズムはこの技術を使用する。空間的リカーションおよび暫時的リカーション技術は共に目標物の境界でのぎざぎざ非停止、移動目標物の場合の予測誤差伝達の危険を含んでいる。

ここではこれらのリカーション技術は動き補償補間アルゴリズムにおいて考慮されていない。

3.5 階層構造変位予測装置

微分変位予測装置の最も重要なパラメータの一つは期待度の近似のために用いられる側定ウィンドウの寸法である。使用可能な最大のウィンドウは画像全体をカバーするものであり、例えばパンする場合のように全画像内容が一つの

においてはベクトル成分は4画素の倍数となる。この問題を避けるために、2個の与えられたフィールド間毎の3個のフィールドの動き補償補間用の特別な処理が6.2項に述べるように用いられる。

3.4 空間的および暫時的リカーション

十分に正確な予測を得るに必要な反復の回数をリカーション (recursion) 技術を用いることにより減少させることができる。リカーション予測は3.2項で述べた反復の第2段階と同様にスタートする。空間的リカーションについては隣接する画素について予め計算された変位ベクトルにより得られる初期予測が第1動き補償段階に対して作用する。このように更新項のみが決定されて初期ベクトルに加えられる。この技術は例えばニトラパリ他、「動き補償テレビジョンコーディング—パートI」ベルシステム・テクニカル・ジャーナル vol. 58, P P 631-670, 1979年3月 (以下文献[13]という) に示されている。暫時的リカーションは

移動目標物として変位されるときには十分な変位予測を得る。しかしながら、動き補償補間には各画素での現在の動きを局部的に近似する予測が数個の移動目標物により生じる変位の平均値よりもむしろ必要である。他方、例えば 3×3 画素のような非常に小さいウィンドウを用いれば予測は信頼性の低いものとなる傾向がある。大きな変位の場合には、テレビジョンシーケンスの2個の連続するフィールド内に置かれたこれら小さいウィンドウの内容間には対応性がないことがある。すなわち、これらウィンドウは2個の全く異なった画像部分を含み、そして微分予測アルゴリズムの評価が無意味となる。側定ウィンドウの内の1個によつてのみカバーされる移動目標物についての変位ベクトルの微分予測は不可能である。更に、小さいウィンドウを用いた場合、期待度はほど不十分であり、せいぜい1個または2個の画素の変位に対処できるにすぎない。このように、大きな変位に対処するには大きな側定ウィンドウが必要である。他

方、小さいウィンドウは充分に局所的な適応性を要求される。

この問題を解決するために、階層構造変位予測器が開発されている。第1段階においては3.2項および3.3項で述べたような大きなウィンドウ寸法をもつ場合の動き補償反復が適用される。画像信号はこれらの第1段階でFIR低域フィルタによつて減波される。反復の一つの段階から他の段階へとウィンドウ寸法を減少させそして減波量を減少させる。反復の第1段階は大きな変位に対処する。減波は予測アルゴリズムの基本である画像モデルに整合した画像信号を与える。このように予測は信頼度を上げるためには精度が低くなる。反復の第1段階で予測されたベクトルによる動き補償の後に残りの変位が次の段階でより精確に予測されなければならない。予測誤差を小さくするためにより小さい残留変位、より小さいウィンドウ寸法が選ばれる。予測されるべき実際の変位に近づく、アルゴリズムは減波されない画像信号について

ての画像についてのフレーム差を評価する。フレーム差が与えられたしきい値を超えると、その画像が変化したものとされ、他が変化しないものとされる。このように、変化検出器は2個の連続するフィールドの変化した領域と変化しない領域を示す2進マスクとなる。

しかしながら、この検出方法は雑音の発生により影響される。すなわち、画像が変化した領域に割当てられるにも拘らず変化しない領域に属している場合あるいはその逆の場合が生じる。この問題を解決するために、フレーム差が測定ウィンドウにわたり加算され、それが与えられたしきい値と比較される(文献[2]および[3])。この操作は動く目標物により事実上生じるよりも著しく大きい変化した領域を有する2進マスクあるいは変化した領域と変化しない領域の間ではやける境界の問題を生じさせる。

第4図は例として1次元信号を用いる変化検出を示す。目標物はフィールド $k-1$ からフィールド k まで変位 dx だけ動いている。絶対フレ

評価される。

反復の第1段階での計算上の複雑さを抑えるために画像信号はFIR減波により生成される帯域制限に従つて空間的に過サンプリングされる。これは、測定ウィンドウに含められる画素の数が各段階において同一となるようにして行われる。但し、ウィンドウによりカバーされる画像の部分は反復段階毎に異なる。

4. 変化検出器

4.1 変化検出の原理

変化検出器は2個の連続するフィールドの一時的に変化する領域と変化しない領域を区別する。これらフィールドの画素の変化した領域への割当ては変化しない領域内の固有の雑音によりしばしば誤つたものになる。変化検出器の目的は一時的な変化が目標物の動きまたは照明の変化により生じたかあるいは雑音により生じたかを決定することである。

このための従来の変化検出アルゴリズム(文献[2]および[13])はこれらフィールドのすべ

ーーム差は無雑音信号を仮定してゼロしきい値と比較され、結果としての変化検出マスクが変化する領域と変化しない領域を区別する。このマスクはフィールド $k-1$ 内の目標物の左側境界部として境界を有する。

4.2 変化検出アルゴリズム

第5図はフレーム差を決定すると共に、しきい値操作、単一の不確定画素の除去、中間減波および単一画素の除去を行う変化検出器のブロック図である。

まず、フィールド k と $k-1$ の間のフレーム差が式(2)で示されるように計算される。それぞれの画素についての絶対フレーム差を独立的に評価し、3つの状態の1つ、すなわち不安定 $c_1=0$ 、変化 $c_1=1$ または不確定 $c_1=X$ が画像のそれぞれの画素に割当てられる。不確定状態 $c_1=X$ を用いて雑音により生じる誤つた決定がこの第1処理段階で回避できる。それ故、不確定状態は以降の操作では別途扱われる。

画素は絶対フレーム差が或るしきい値 T_1 より

小さいとき不変状態に割当てられ、これが T_2 ($> T_1$)より大であるとき変化状態に割当てられる。残りの画素は不確定状態に割当てられる。しきい値 T_1 と T_2 の選択は画像シーケンス内の雑音の振幅に適合しなければならない。

変化した画素と不変画素の間の区別のみを行う2進マスクを得るために、単独の不確定画素の除去が行われそして非単独不確定画素は変化領域に割当てられる。ある画素が1つのタイプすなわち変化、不変または不確定のものであつて少くとも6個のそれと隣接する画素が他のタイプ、すなわち不変または変化であるとき、その画素を単独と呼ぶ。このように単独不確定画素のそれぞれは隣接する画素が変化形のとき不変領域にあるいは隣接する画素が不変形のとき変化領域に割当てられる。残りの不確定画素は変化領域に割当てられる。ここに2個の伝送されるフィールドのそれぞれの画素について変化画素と不変画素との間の区別を行う2進マスクが出来る。

位置 x, y について予測された積分変位ベクトル成分を用いて、まず伝送されたフィールドの対応する画素のアドレスが決定される。これらは補間されるべきフィールド内の位置 x, y にある画素を計算しなければならない。変位ベクトルと2個の画素が補間されるべきフィールドと伝送されるフィールドとの間の留定的な距離に対応する重みをつけられる。次に補間されるべき画素がこれら2個の重みづけされた画素の和から得られる。

第6図はMCI-フィルタアルゴリズムの動作を例示している。伝送されるフィールドはフィールド $k-1$ について関連留定位置 $m=0$ をそしてフィールド k について $m=1$ を有する。留定位置 $m=r$ (但し $0 \leq r \leq 1$)はフィールド $k-1$ に対する補間されるべきフィールドの留定的距離に対応している。補間されるべきフィールドのそれぞれの画素は変位ベクトル成分と留定位置 r の関数として次のように計算される。

次の段階において $N \times N$ 画素の寸法をもつ側定ウィンドウを用いて中間補放が適用される。マスクの $N^2/2+1$ 画素が変化領域に属する場合には、このウィンドウの中心の画素も変化領域に割当てられあるいはその逆となる。このフィルタは単純な計数操作として実現できる。この中間補放は変化領域と不変領域の境界をスムーズなものにする。更に前の段階で誤決定された小さい領域が修正される。

上記最後の段階、すなわち単独画素の除去、において、更に残りの単独画素は隣接する画素の状態に再び割当てられる。

5. 動き補償補間フィルタ

動き補償補間フィルタは2個の伝送されるフィールドおよび予測された水平および垂直変位ベクトル成分(第1図)とにより補間されるべきフィールドのそれぞれの画素を計算する。積分変位ベクトル成分(3.1項参照)のために、このフィルタは2係数-空間-テンソラルフィルタとして実現される。

$$s(x, y, r) = (1-r) \cdot s_{k-1}(x-r \cdot \hat{d}x, y-r \cdot \hat{d}y) + r \cdot s_k(x-(1-r) \cdot \hat{d}x, y-(1-r) \cdot \hat{d}y) \quad (5)$$

$$\text{但し } 0 \leq r \leq 1$$

ルミナンスデータのみにより予測された変位ベクトルはクロミナンス信号の補間にも使用される。

6. 実験結果

6.1 テストシーケンス

本発明の動き補償フィールド補間器はコンピュータシミュレーションにより実験的に考察されている。フィールド周波数50Hzの2個の150フィールドからなる「トレバ(Trevor)」と100フィールドの「スプリットスクリーン」からなる代表的なビデオ会議シーンが用いられた。これらシーケンスはビデオ会議コーデックスの試験用にヨーロッパCOST 2.1.1ビスシミュレーションサブグループにより選ばれている。オリジナルのシーケンスはルミナンス成分(Y)について13.5MHz、各クロミナンス成分(R-

Y, B-Y) について 6.75 MHz でサンプリングされ、8 ビット/サンプルで量子化された。補間器のシミュレーションについてはルミナンス成分およびクロミナンス成分の水平解像度はオリジナルのサンプリング速度の半分とされた。このようにすべてのルミナンスフィールドは 288 ラインで構成され、312 画素/ラインであり、またクロミナンスフィールドは 288 ラインで、156 画素/ラインであった。データ圧縮の目的でフィールド周波数は送信側における 4 フィールド中の 3 フィールドの省略により 12.5 Hz に低減される。ライン・インターリーブの効率は連続するフィールド中の奇数番を脱落させた結果考慮されていない。受信側では省略されたフィールドが本発明の動き補償補間により再構成される。最後に再構成されたシーケンスが標準ビデオモニタでのその表示のために第 2 フィールド毎の垂直離散により標準のライン・インターリーブフォーマットに変換される。

但し WV, WH = 矩形測定ウィンドウ (画素内) の高さおよび幅

F = 画像信号の帯域制限用フィルタの名称。

SF = 測定ウィンドウの画像内容のサブサンプリングファクタ

I = 各段階で行われる反復の数

GV, GH = 変位ベクトルフィールドの予測を要する格子に属する画素間の垂直および水平方向距離

画像信号の帯域制限用に用いられる FIR フィルタのパルスレスポンスを第 2 表に示す。

第 2 表

フィルタ	パルスレスポンス
FIL1	-13, -9, 8, 37, 66, 78, 66, 37, 8, -9, -13
FIL2	13, -1, -25, -1, 79, 126, 79, -1, -25, -1, 13

変位予測アルゴリズムは段階構と対称化動き補償反復技術の組合せを用いて評価される。それぞれのパラメータを有する 3 段階が用いられ

6.2 シミュレーションパラメータ

2 個のフィールド間の非中心暫定位置で対称化動き補償反復技術を用いた変位ベクトル成分の整数予測による問題は特殊な順序でのこれらフィールドの補間により減少する。まず、3 個の省略されたフィールドの第 2 番目のものが中心位置となる暫定位置においてそれ自体により補間される。次に残りの 2 フィールドがここで本来伝送されたフィールドの 1 個と前に補間されたフィールドとの間の中心となつた暫定位置において補間される。ルミナンスデータのみが変位ベクトルフィールドと変化検出マスクの計算に用いられる。変位ベクトルフィールドはルミナンスフィールドの補間およびクロミナンスフィールドの補間の双方に用いられる。

変位予測のためのパラメータを第 1 表に示す。

第 1 表

段階	WV, WH	F	SF	I	GV, GH
1	65, 65	FIL1	4	3	8, 8
2	27, 27	FIL1	4	3	4, 4
3	13, 13	FIL2	2	3	2, 2

る。各段階において、3 回の反復が行われる。変位ベクトルはそれぞれの段階でのすべての空間位置についてではなく特定の画素の小群についてのみ予測される。他の画素についてはベクトルはベクトルフィールドの予測を要する矩形格子に属する最も近い 4 個のベクトルの距離で重みのついた平均を計算することによる双方向補間によつて得られる。変位ベクトル成分の大きさは x および y 方向において 60 画素に限定される。

6.3 結果の考察

本発明の動き補償補間器により再構成されるシーケンスを動き補償のない場合に得られる結果と比較する。このためにこれらシーケンスは実時間画像表示システムを用いてビデオモニタに表示された。縦形補間により得られるシーケンス並びにフィールドくり返しにより発生されるシーケンスは可視的劣化が認められる。画品質は比較的大きな動きにより劣化する。動作補償補間技術は動作の自然感を広く保持した、鮮

明な動く目標物を与える。

発明の効果

このようにデジタルテレビジョンシーケンスにおける動き補償フィールド補間のためのアルゴリズムが提供される。動き補償のない線形補間およびフィールド反復技術では、けいおよび不自然な動きのような可視的な劣化が認められる。これらの結果を回避するために、目標物の動きが考慮されねばならない。

本発明の階層構造変位予測器は動き補償の反復により大きな変位を処理することができる。この階層構造の第1段階における画像信号の低域濾波を備えた大きな測定ウィンドウについての予測アルゴリズムの評価は予測結果の信頼性を高めるものである。大型ウィンドウによる計算上の複雑さは帯域濾波による濾波画像内容のサブサンプリングにより低減できる。対称化反復技術は補間されるべきフィールドについて限定される変位ベクトルフィールドを与えることができる。不変領域内の誤った非ゼロベクトル

はジッタの原因となる。これらは特殊な変化検出器により抑制される。動き補償補間用にこれらベクトルフィールドを用いることにより、動作のぼんやりは従来の補間技術と比較して著しく改善される。

本願の補間方法は整数変位ベクトル成分を用いて2個の伝送フィールド毎の間に数個のフィールドの鮮明な再構成を可能にするものである。シーケンスの第4フィールド毎にのみ伝送する場合についてのコンピュータシミュレーションにより補間されたはゞ200フィールドの評価によれば、動作の自然感が広範囲に保持されることがわかった。いくつかの残りの可視的な欠陥は変位ベクトルにより充分に近似されない60画素以上の大きな変位あるいは非ぼんやり動作によるものである。

本発明の補間器により達成される著しく改善された画品質は比較的複雑なアルゴリズムを必要とする。

本発明の方法はデジタルテレビジョンシー

ケンスの2個の伝送されるフィールド間で省略された1個以上のテレビジョン画像の受信側での再構成、2個の連続する画像間に1個以上の付加フィールドの発生およびデジタルテレビジョンシーケンスの動作補償雑音の低減に用いることができる。

4 図面の簡単な説明

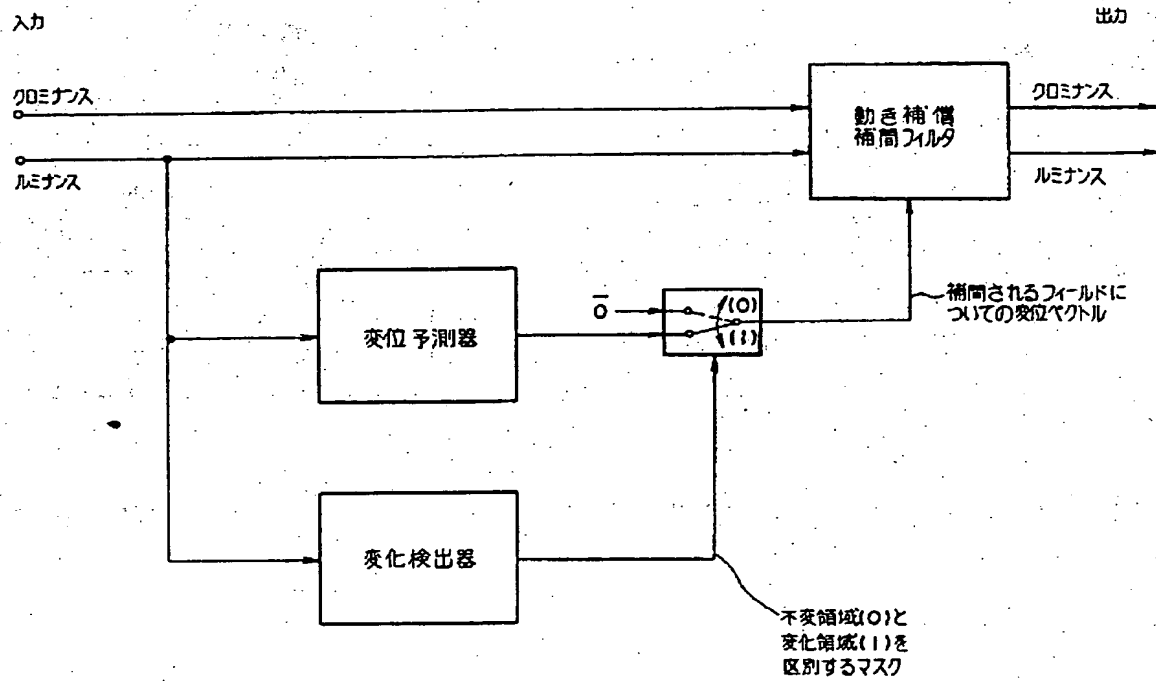
第1図は動き補償補間器の原理図、第2図はテレビジョンシーケンスにおける中間変位を示す図、第3A図、第3B図、第3C図は変位測定ウィンドウを用いた変位予測用動き補償の反復を示す図であつて、第3A図はフィールド k 内の測定ウィンドウの変位、第3B図はフィールド $k-1$ における測定ウィンドウの変位、第3C図は測定ウィンドウが互に対称的に変位する場合をそれぞれ示す図、第4図は1次元信号の場合の変化検出を例示する図、第5図は変化検出器のブロック図、第6図は動き補償補間フィールドであつて、補間されるべきフィールド内の x_0, y_0 における画素を変位ベクトル D によ

り結合されるフィールド k と $k-1$ 内の画素の重みづけ和によつて計算するごとくしたものを示す図である。

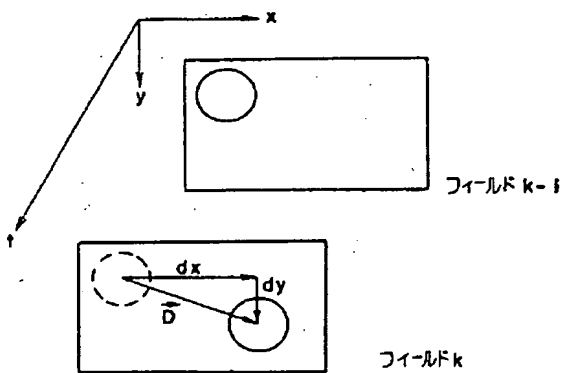
代理人 弁理士 矢野 敏 雄



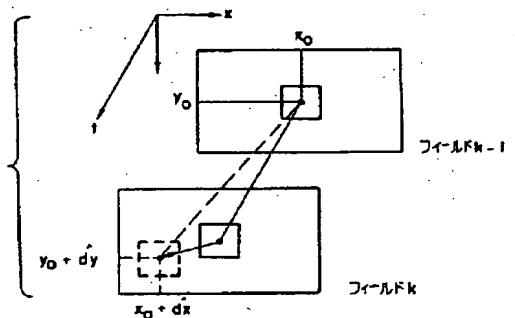
第 1 図



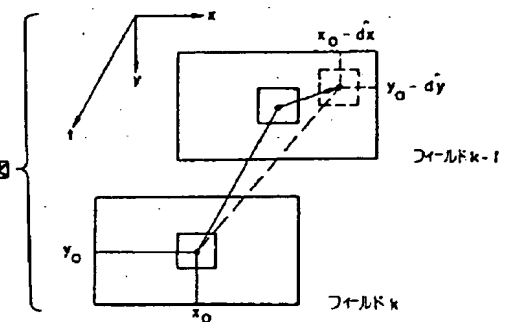
第 2 図



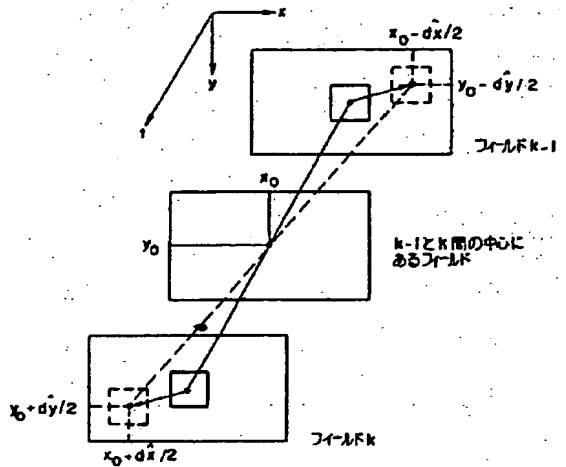
第 3A 図



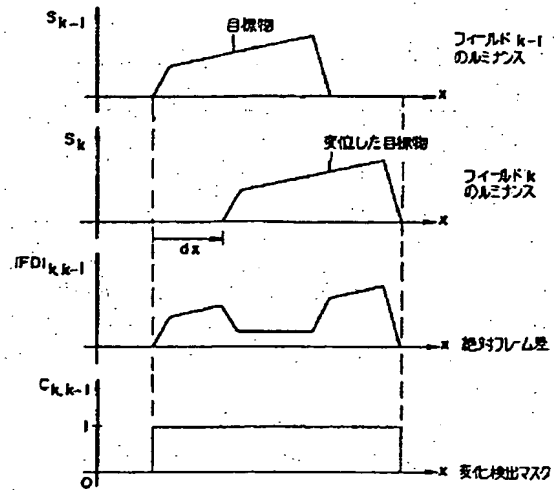
第 3B 図



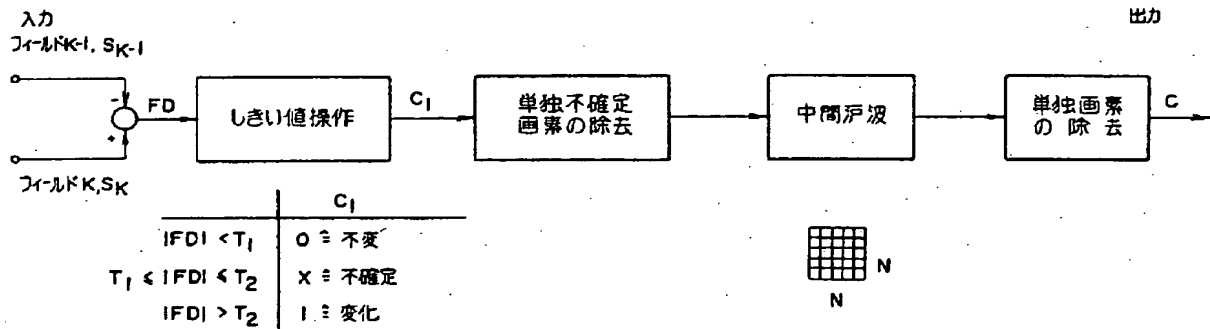
第3C図



第4図



第5図


 S_K, S_{K-1} : ルミナンス信号

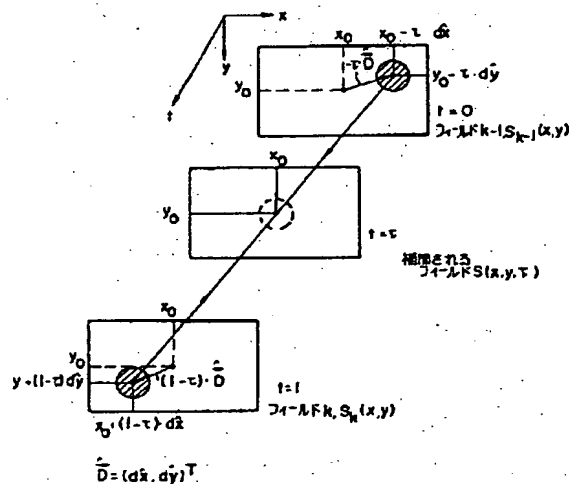
FD : フレーム差

C : 各画素用変化検出マスク

 $C = 1 \equiv$ 変化

 $C = 0 \equiv$ 不変

第 6 図



第 1 頁の続き

⑦發明者

ローベルト・トーマ

ドイツ連邦共和国ランゲンハーゲン 1・テンペルホーフエル
ストラッセ 11

⑦發明者

ハンスーゲーオルク・ムスマン

ドイツ連邦共和国ザルツギッターバート・ヘツケンロー
ゼンヴェーク 24

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.